



TITLE:

不規則Bethe格子の局在電子状態 (Bethe格子,基研研究会報告)

AUTHOR(S):

石井, 一成

CITATION:

石井, 一成. 不規則Bethe格子の局在電子状態(Bethe格子,基研研究会報告). 物性研究 1974, 23(1): A21-A23

ISSUE DATE:

1974-10-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/88861>

RIGHT:

$$f(N, A) \equiv \frac{(z-1)\{(zA)^N - 1\}A}{(z^N - 1)(zA - 1)} \quad (3)$$

である。いま, $(zA^2)^N \gg 1$ とすると,

$$f(N, A^2) - f(N, A)^2 \simeq \frac{z(z-1)(1-A)^2 A^{2(N+1)}}{(zA^2 - 1)(zA - 1)^2} > 0$$

となり, (2) より $\tau_1 \tau_2$ は互に正の相関をもつことが判る。ただし $0 < 1-A = 2q \ll 1$ であるから, $z \simeq 1$ でない場合はこの相関は弱い。

$$z \simeq 1 \text{ のとき, } y \equiv 2q/(z-1), \quad (y < \frac{1}{2})$$

とすると,

$$f(N, A^2) - f(N, A)^2 \simeq \frac{z y^2}{(1-2y)(1-y)^2} A^{2(N+1)}$$

となるので, $y \simeq \frac{1}{2}$, すなわち $z \simeq 1+4q$ の場合に限って, τ_1 と τ_2 は著しい相関をもち得ることが判る。

不規則 Bethe 格子の局在電子状態

九大・理・生物 石井一成

Abou-Chakra, Anderson, Thouless の Self-consistent Theory of Localization [1] が Bethe 格子については厳密な理論であると主張されているので, その大要を批判的に紹介した。彼らの結論によると, 配位数 z の Bethe 格子における Anderson 模型 (最近接格子点間のみに transfer energy V をもち, site energy ϵ_n は互いに独立な確率変数で, W の一様分布をする tight binding

石井一成

model) は, connectivity $K = z - 1$ として, 1958年の Anderson理論〔2〕が与えた定性的性質をもつ。すなわち, 臨界 W_c が存在し, $W > W_c$ であればすべての状態は局在しているが, $W < W_c$ であれば非局在と局在状態とが共存する。 $W_c = 0$ は $K = 1$ の場合に限って成立する。しかし, 筆者はこれらの結果を厳密なものと理解できなかった。

彼らの議論は, 無限の大きさの Cayley tree の root における自己エネルギー $S_0(E)$ が

$$S_0(E) = \sum_{n=1}^k V^2 / \{ E - \epsilon_n - S_n(E) \} \quad (1)$$

を満足することから出発する。ここに, S_n は root 0 に結ばれる k 本の cayley tree の root n における自己エネルギーで, S_n は ϵ_n と独立な確率変数である。tree の大きさが無限大のため, S_n ($n = 0, 1, 2, \dots, k$) はすべて同一の分布をすると見なせる。 $E = R + i\eta$ に対し $S_n(E + i\eta) = E_n - i\Delta_n$ とおいたとき, (1) は $E_n, \Delta_n/\eta$ の母関数

$$F(k, s) = \langle \exp(-i k E_n - S \Delta_n / \eta) \rangle \quad (2)$$

に対する非線型方程式を与える。

次に, 彼らは, $E = R$ が局在状態に対応するか否かは, $\eta \rightarrow +0$ のときに (1) が $\Delta_n \propto \eta$ なる解をもつか否かに対応すると仮定した。そして, このことは又, $\eta \rightarrow +0$ のときに上の非線型方程式を満足する $F(k, s)$ が存在するか否かに対応すると考えた。

最後に, $F(k, s)$ の存在の判定条件として彼らは $\Delta_n \rightarrow \infty$ での分布の模様, すなわち, $F(k, s)$ の $s \rightarrow 0$ での振舞いについて

$$F(k, s) = F_0(k) - s^\beta B(k) + \dots \quad (3)$$

を仮定し, $F(k, s)$ の非線型方程式を線型化して得られる, $B(k)$ に対する線型斉次方程式が自明でない解をもつことを採用した。

以上の三段階を骨子とする議論によって, 彼らは冒頭に紹介した結論を得たのである。第一段階は, 確かに, Bethe 格子に対しては正しいであろう。しかし, 第二・三段階

は格子に依らない議論であり、いずれにも厳密理論としては疑問点が存在している。第三段階で提出された判定条件については、それを根拠づけようとする議論が、特別な場合に対してはなされている〔3〕。だが、本質的なのは第二段階の仮定である。状態局在に対するこの仮定の連関性は、Anderson〔2〕が提出した仮定：確率1で

$$\lim_{\eta \rightarrow +0} A_n(R+i\eta) = 0 \quad (4)$$

ならば $E=R$ は局在状態に対応する、という仮定のそれと同列のものであり、更なる基礎づけなしには厳密理論として受入れられないであろう。

最後に、ここに紹介した研究をも含めて、最近 Thouless が不規則系の電子と局在理論についての綜説〔4〕を著わしていることを付記しておく。

Reference

- 〔1〕 R.Abou-Chacra, P.W.Anderson and D.J.Thouless, J.Phys. C 6 (1974) 1734-1752
- 〔2〕 P.W.Anderson, Phys. Rev. 109 (1958) 1492-1505
- 〔3〕 B.J.Last and D.J.Thouless, J.Phys. C 7 (1974) 715-731
- 〔4〕 D.J.Thouless, Electrons in disordered systems and the theory of localization, (1974), to be published in Physics Reports

ベーテ格子の実験の可能性

阪大基礎工 長谷田 泰一郎

協力的二次相転移現象には相互作用で組上げられた格子の上で“相互作用がもどってくる道すち”が存在することが必要な条件の一つではないかという考えがある。

ある一点から出発してどこまでも枝わかれだけを続ける Cayley Tree 格子では、た